

DIDACTICS OF MATHEMATICS

7(11)



The Publishing House
of the Wrocław University of Economics
Wrocław 2010

Editors
Janusz Łyko
Antoni Smoluk

Referee
Marian Matłoka
(Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu)

Proof reading
Agnieszka Flasińska

Setting
Elżbieta Szlachcic

Cover design
Robert Mazurczyk

Front cover painting: W. Tank, *Sower*
(private collection)

© Copyright by the Wrocław University of Economics
Wrocław 2010

PL ISSN 1733-7941

Print run: 200 copies

TABLE OF CONTENTS

MAREK BIERNACKI <i>Applications of the integral in economics. A few simple examples for first-year students [Zastosowania całki w ekonomii].....</i>	5
PIOTR CHRZAN, EWA DZIWOK <i>Matematyka jako fundament nowoczesnych finansów. Analiza problemu na podstawie doświadczeń związanych z uruchomieniem specjalności Master Program Quantitative Asset and Risk Management (ARIMA) [Mathematics as a foundation of modern finance]</i>	15
BEATA FAŁDA, JÓZEF ZAJĄC <i>Algebraiczne aspekty procesów ekonomicznych [Algebraical aspects of economics processes].....</i>	23
HELENA GASPARS-WIELOCH <i>How to teach quantitative subjects at universities of economics in a comprehensible and pleasant way? [Jak uczyć ilościowych przedmiotów na uczelniach ekonomicznych w zrozumiały i przyjemny sposób?]</i>	33
DONATA KOPAŃSKA-BRÓDKA <i>Wspomaganie dydaktyki matematyki narzędziami informatyki [Information technology supporting mathematical education].....</i>	49
PATRYCJA KOWALCZYK, WANDA RONKA-CHMIELOWIEC <i>Metody matematyczne w dydaktyce ubezpieczeń na studiach ekonomicznych [Mathematical methods in the didactics of insurance on economic studies].....</i>	59
LUDOMIR LAUDAŃSKI <i>The art of conjecturing (Ars Conjectandi). On the historical origin of normal distribution [Rodowód rozkładu normalnego].....</i>	67
JANUSZ ŁYKO, ANDRZEJ MISZTAŁ <i>Wpływ zmiany liczby godzin zajęć na wyniki egzaminu z matematyki na kierunkach ekonomicznych [The impact of changes in the number of hours of classes on exam results in mathematics at the economic faculties].....</i>	81
KRZYSZTOF MAŁAGA <i>Matematyka na usługach mikroekonomii [Mathematics on microeconomics services]</i>	93
WOJCIECH RYBICKI <i>Kilka powodów, dla których opowiadamy studentom ekonomii o macierzach [Some reasons for which we tell students of economics about matrices]</i>	109
ANDRZEJ WILKOWSKI <i>On changing money and the birthday paradox [O rozmiennianiu pieniędzy i paradoksie urodzin]</i>	127
HENRYK ZAWADZKI <i>Mathematica® na usługach ekonomii [Mathematica® at economics service]</i>	135

**WSPOMAGANIE DYDAKTYKI MATEMATYKI
NARZĘDZIAMI INFORMATYKI**

Donata Kopańska-Bródka

Abstract. The goals of mathematical education in universities of economics and business schools are discussed. These goals are compared with the student's profile and their opportunities for learning mathematics. Information technology is effective in learning and teaching mathematics. Using multiple media together offers enormous opportunities for making learning mathematics meaningful and effective. Supporting the teaching of informatics tools is necessary condition of improving students' mathematical activity.

Keywords: mathematics education, multimedia in education.

**1. Nauczanie matematyki na studiach ekonomicznych
jako ostatnie ogniwo kształcenia matematycznego**

Cele edukacyjne w zakresie przedmiotu matematyki na kierunkach ekonomicznych najogólniej można sklasyfikować ze względu na zakres treści, umiejętności oraz zwiększenie możliwości dalszego uczenia się. Zakres przedmiotu odnosi się do treści, które powinny być nauczane na poszczególnych kierunkach, w obszarze umiejętności mieszczą się szeroko rozumiane umiejętności rozwiązywania problemów łącznie z umiejętnością analizy, syntezy i tworzenia problemów. Dodatkowo, polepszanie i zwiększenie możliwości uczenia się jest kolejnym ważnym celem edukacyjnym, jednak efekty można zaobserwować dopiero po zakończeniu kształcenia w zakresie matematyki. Dla większości ludzi uczenie się staje się łatwiejsze i szybsze, jeśli jest rezultatem wcześniejszych doświadczeń, zatem również ważnym celem dydaktycznym jest rozwijanie i poszerzanie tych umiejętności studentów, które ułatwią im dalsze studiowanie. Jest to szczególnie ważne w dydaktyce matematyki, ponieważ przedmiot ten realizowany jest tylko w pierwszym okresie edukacji akademickiej i ma przygotować studenta do studiowania przedmiotów kierunkowych. Zatem poziom i jakość

Donata Kopańska-Bródka

Department of Operations Research, University of Economics in Katowice, ul. 1 Maja 50,
40-287 Katowice, Poland.

e-mail: donata.kopanska-brodka@ue.katowice.pl

edukacji matematycznej na studiach ekonomicznych mają szczególne znaczenie, od tego bowiem zależy sukces studenta w dalszej edukacji i przyszłym życiu zawodowym. To umiejętność badania, rozumienia i odkrywania zależności ekonomicznych w różnych konfiguracjach otoczenia jest drogą do sukcesu, a język i symbolika matematyczna są uniwersalnymi oraz obiektywnymi środkami służącymi do opisu i badania złożoności problemów i zjawisk ekonomicznych.

Powyższe ogólne cele nauczania matematyki na studiach ekonomicznych mieszczą się w poziomach celów matematycznego kształcenia sformułowanych ponad 30 lat temu przez Z. Krygowską w *Zarysie dydaktyki matematyki* (Krygowska 1977). Cele poszczególnych poziomów realizowane są poprzez powszechne matematyczne kształcenie społeczeństwa, a matematyka nauczana jest obowiązkowo na każdym etapie kształcenia. Treści nauczania i zakres umiejętności stanowią najniższy poziom celów (Krygowska 1986), które zawarte są w obowiązującej podstawie programowej dla każdego etapu nauczania. Wyższy poziom celów dotyczący świadomości metodologii matematycznej i aktywności matematycznej jest osiągnięty stopniowo w toku uczenia się i zdobywania odpowiednich umiejętności.

Na fundamenty kształcenia matematycznego składają się przyswojone treści i umiejętności nabyte w trakcie kształcenia podstawowego (I i II etap), gimnazjalnego (III etap) oraz ponadgimnazjalnego (IV etap). Nauczanie matematyki na tych czterech poziomach edukacyjnych jest procesem ciągłym, gdzie cele edukacyjne poziomu niższego podporządkowane są celom poziomu wyższego. Kształcenie obejmujące te cztery etapy jest powszechne i edukacja matematyczna kończy się w klasach maturalnych, dlatego nabyte umiejętności i wiedza matematyczna są wyznacznikiem poziomu kultury matematycznej nie tylko przyszłych studentów, ale i społeczeństwa.

Treści programowe realizowane w kształceniu na poziomie gimnazjalnym i ponadgimnazjalnym (III i IV etap kształcenia) powinny zapewniać odpowiednie warunki sprzyjające aktywności matematycznej i wzbogacać kulturę matematyczną przyszłych studentów. Najwyższy poziom celów dotyczący postaw i zachowań intelektualnych funkcjonujących poza aktywnością matematyczną jest możliwy do zrealizowania dopiero na etapie kształcenia wyższego. Zatem każda osoba podejmująca studia ekonomiczne powinna posiadać przynajmniej taki sam minimalny zasób wiedzy matematycznej oraz porównywalny poziom umiejętności i sprawności rachunkowych.

Jeśli cele edukacyjne w zakresie fundamentów kształcenia matematycznego zostały osiągnięte, to potencjalny student

- przyswoił język matematyczny, dostrzega, formułuje i rozwiązuje problemy,
- ma rozwiniętą wyobraźnię przestrzenną,
- jest przygotowany do wykorzystania wiedzy matematycznej do rozwiązywania problemów z różnych dziedzin, budowania modeli dla konkretnych sytuacji,
- przygotowany do pełnowartościowego uczestnictwa w świecie, w którym modele matematyczne odgrywają kluczową rolę,
- przyswoił struktury matematyczne w zakresie rozpoznawania ich przydatności i wykorzystania w sytuacjach praktycznych¹.

Sylwetka kandydata na studenta jest imponująca, jeśli szkoły zrealizowały cele kształcenia i swoje ustawowe zadania w zakresie:

- kształtowania umiejętności myślenia, rozumienia tekstu sformułowanego w języku matematycznym, opisywania w języku matematycznym prostych sytuacji,
- kształcenia promującego samodzielne, krytyczne i twórcze myślenie,
- ograniczenia do minimum działań schematycznych i odtwórczych,
- przygotowania ucznia do samodzielnego zdobywania wiedzy na dalszych etapach edukacji,
- wdrożenia uczniów do korzystania z nowoczesnych narzędzi i źródeł informacyjnych

Niestety, rzeczywiste rezultaty kształcenia matematycznego są fatalne i ujawniają się już w pierwszych tygodniach nauki w szkołach wyższych. Znaczna część studentów ma fundamentalne braki w wykształceniu i nie posiada elementarnej sprawności rachunkowej, co uniemożliwia płynne kontynuowanie nauki. Pomimo tak złego przygotowania przyszłych studentów uczelnie nie zwiększają liczby zajęć dydaktycznych z matematyki i ustalają ją na minimalnym poziomie godzin zawartym w standardach nauczania. Czasami studentom proponowane są dodatkowe (odpłatne lub nie) zajęcia z matematyki, których celem jest uzupełnienie braków z zakresu fundamentów matematyki.

¹ Zreformowane cele i treści kształcenia zostały zdefiniowane w *Rozporządzeniu Ministra Edukacji Narodowej z 23 grudnia 2008 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół*, zwanym potocznie podstawą programową. Zostało ono opublikowane w Dzienniku Ustaw nr 4, poz. 17 z dnia 15 stycznia 2009 r.

Organizowane dodatkowe zajęcia wyrównawcze z matematyki czy zajęcia podnoszące kompetencje matematyczne nie są rozwiązaniem, ponieważ studenci powinni maksymalnie koncentrować się na studiowaniu i przyswajaniu obowiązkowych treści oraz nabywaniu nowych umiejętności. Skoro rzeczywisty poziom wykształcenia tak bardzo odbiega od tego wzorcowego, to cele kształcenia matematycznego na studiach ekonomicznych nie mogą być formułowane w oparciu o fałszywe założenia o poziomie edukacji matematycznej i umiejętnościach studenta. Matematyka musi być postrzegana jako niezbędne i potrzebne narzędzie do osiągnięcia sukcesu w studiowaniu kierunków ekonomicznych, jednak przyjęcie minimalnego, akceptowalnego poziomu wykształcenia matematycznego i obniżenie oczekiwań jest podejściem uczciwym.

Tabela 1. Efekty kształcenia matematycznego

Kierunek	Umiejętności i kompetencje	Liczba godzin
Ekonomia	Stosowanie wiedzy matematycznej jako narzędzia w warsztacie ekonomisty; stosowanie wiedzy matematycznej w badaniu zjawisk i procesów ekonomicznych	60
Zarządzanie	Wykorzystywanie matematyki w zarządzaniu	45
Logistyka	Posługiwanie się podstawową wiedzą z matematyki wyższej jako narzędziem w profesjonalnym warsztacie logistyka, wykonywanie opracowań z wykorzystaniem aparatu matematycznego, rozumienie i stosowanie sformalizowanego aparatu matematycznego w badaniach procesów logistycznych	60
Gospodarka przestrzenna	Rozwiązywanie zagadnień formułowanych w postaci opisu algebraicznego, opisu matematycznego zagadnień z zakresu gospodarki przestrzennej, abstrakcyjnego rozumienia problemów z zakresu gospodarki przestrzennej	30
Informatyka i ekonometria	Rozumienie i stosowanie narzędzi analizy matematycznej w ekonometrii i informatyce; umiejętność matematycznego opisu zjawisk i procesów gospodarczych; stosowanie algebry liniowej w statystyce, ekonometrii oraz w matematycznych modelach podejmowania decyzji	Brak minimalnej liczby godzin

Źródło: *Standardy kształcenia*, www.rgsw.edu.pl.

Matematyka² na studiach ekonomicznych jest przedmiotem podstawowym³, a efekty kształcenia matematycznego zapisane są w standardach kształcenia⁴, które jeszcze obowiązują na wszystkich uczelniach ekonomicznych w kraju. W tabeli 1 zestawiono efekty kształcenia dla podstawowych kierunków oraz minimalną liczbę godzin dydaktycznych

Na efekty kształcenia matematycznego na studiach ekonomicznych ma wpływ nie tylko liczba godzin dydaktycznych, ale także pomoce dydaktyczne. Przeglądając podręczniki i skrypty z matematyki dla studentów kierunków ekonomii i zarządzania stanowiące w sylabusach literaturę obowiązkową, trudno znaleźć treści, których efektem mają być umiejętności i kompetencje w zastosowaniach matematyki. Jeśli w niektórych podręcznikach można znaleźć ekonomiczne interpretacje pojęć matematycznych, to jedynie te, dotyczące interpretacji pochodnej w punkcie i elastyczności w punkcie. Natomiast treści poszczególnych zadań i ćwiczeń w zbiorach zadań nie mają nic wspólnego z zastosowaniami czy też opisami nawet najprostszymi zjawisk i procesów ekonomicznych językiem matematycznym. W kształceniu matematycznym na uczelniach ekonomicznych również niezbędne jest wykorzystanie technologii informacyjnych ukierunkowane przede wszystkim na zastosowania, a nie na schematyczne powtarzanie operacji rachunkowych. Niestety, studenci ani Akademii Ekonomicznej w Katowicach, ani wielu innych uczelni nie mają zajęć z matematyki w pracowni komputerowej nawet w symbolicznym wymiarze godzin.

Nie można uczyć matematyki tak jak 30 czy 20 lat temu, ponieważ ze względu na umiejętności i nawyki studenci są inni, otoczenie jest inne, środki dydaktyczne są inne oraz potrzeby są inne. Matematyki musimy uczyć inaczej. Metody nauczania matematyki muszą być dostosowane do współczesnych potrzeb społeczeństwa informacyjnego.

Matematyka jako ważne i precyzyjne narzędzie ekonomisty przede wszystkim musi być zorientowana na zastosowania i „matematyzację sytuacji niematematycznych”. Zajęcia z matematyki muszą być atrakcyjne zarówno w przekazie, jak i w sposobach uczenia się. W dobie powszechnej informatyzacji dla współczesnej młodzieży statyczne uczenie matematyki

² Dla kierunku Informatyka i Ekonometria treści kształcenia w zakresie algebry liniowej i analizy matematycznej należą do treści kierunkowych.

³ Algebra liniowa i analiza matematyczna na kierunku informatyka i ekonometria należą do przedmiotów kierunkowych.

⁴ Wszystkie standardy są dostępne na stronie Rady Głównej Szkolnictwa Wyższego www.rgs.edu.pl.

jest nie do zaakceptowania. Tradycyjne wykłady oraz ćwiczenia z ołówkiem i kartką są nudne, archaiczne i zniechęcają studentów nie tylko do wykładanych treści, ale także do uczestnictwa w nieobowiązkowych wykładach. Obserwuje się, że matematyka na studiach ekonomicznych postrzegana jest przez studentów jako „przedmiot do przejścia” bez związku z wybranym przez nich kierunkiem studiów. Zatem tylko właściwy zakres treści i kreowanych kompetencji, jasne, zrozumiałe i możliwe do osiągnięcia cele kształcenia oraz metody i środki dydaktyczne mogą inspirować ich aktywność matematyczną, pobudzać i rozwijać zachowania potrzebne do dalszego studiowania i przygotować do prowadzenia szeroko rozumianej działalności ekonomicznej.

2. Technologie informacyjne w dydaktyce matematyki

Nauczanie matematyki na studiach ekonomicznych musi nadążać za zmianami, jakie niosą nowe myślenie, nowe technologie i zapotrzebowanie na nowe umiejętności. Ciągłe większy dostęp ludzi do coraz lepszych i szybszych technologii obliczeniowych i informacyjnych zmienia naturę edukacji matematycznej. W erze AC (*after computer*) nie można nauczać matematyki metodami BC (*before computer*), wykorzystywanie komputerów zaś nie może się ograniczać tylko do polepszenia estetyki przekazu wykładanych treści. Komputery mają wielką siłę w nauczaniu i uczeniu się matematyki, zatem w procesie kształcenia powinna obowiązywać zasada *mniej papieru i mniej ołówka*, co oczywiście nie oznacza ich całkowitego wyeliminowania. Wiele matematycznych wprawek obliczeniowych odgrywa coraz mniejszą rolę, a nudne i czasochłonne przekształcenia wykonywane w systemie ołówek – kartka zniechęcają studentów i zabierają cenny czas, który można wykorzystać w sposób bardziej sensowny na interpretacje i modelowanie matematyczne. Nauczanie matematyki z wykorzystaniem technologii informacyjnych uatrakcyjnia zajęcia, pobudza aktywność studentów i jest efektywniejsze. Wizualizacja pojęć oraz stosowanie animacji ożywiają i dynamizują proces nauczania.

W nauczaniu matematyki komputery mogą być używane jako narzędzia softwarowe, narzędzia do tworzenia programów i instrukcji oraz poprzez Internet jako narzędzie do pobierania informacji i komunikacji (Tooke, Henderson 2001). Komputer jako narzędzie softwarowe używany jest przede wszystkim jako środek do rozwiązywania konkretnych zadań i problemów matematycznych, gdy celem jest nie uczenie, a jedynie pokazywanie możliwości osiągnięcia rozwiązań. W tym miejscu można wymienić

popularne systemy CAS (Computer Algebra Systems), takie jak Maple (Waterloo Maple, <http://www.maplesoft.com>), Mathcad (MathSoft), Mathematica (Wolfram Research, <http://www.wolfram.com>), Derive, TI-Nspire™ CAS Student Software (Texas Instruments, <http://education.ti.com>), system Matlab (Mathworks, <http://www.mathworks.com/produkts/matlab>) oraz popularny i darmowy GeoGebra (<http://geogebra.en.softonik.com>). W narzędziach tych mamy mało „czystej matematyki” i w nauczaniu można całkowicie koncentrować się na zastosowaniach i interpretacjach. Istnieje również duża grupa autorskich programów dedykowanych do uczenia różnych matematycznych pojęć. Te najczęściej interaktywne programy służą do naśladowania instrukcji w nauczaniu nowego materiału, poprawiania błędów, oceniania i diagnozy stopnia przyswojenia materiału. Ich dużym walorem jest to, że dla słabszych studentów mogą być „korepetytorem” dostępnym w dowolnej chwili.

Komputery stwarzają olbrzymie możliwości różnych kontekstów i reprezentacji, które w nauczaniu tradycyjnym są niemożliwe. W efektywny i przekonujący sposób można interpretować granice ciągów liczbowych czy też sumy szeregów liczbowych. Stosowanie symulacji pozwala pokazać studentom rzeczywiste możliwości pracy nad zagadnieniami w sytuacji, w której jest to niemożliwe bez technologii informacyjnych.

Przy użyciu właściwych technologii studenci mogą nauczyć się więcej matematyki, mieć większe przekonanie o jej ważności w ekonomii i łatwiej rozumieć złożone systemy gospodarcze i finansowe. Podczas realizacji wybranych treści matematycznych wprowadzanie do nauczania numerycznych algorytmów i wyznaczanie przybliżonych rozwiązań przy użyciu arkusza kalkulacyjnego np. Excel, pozwoli studentom doświadczyć logicznego i sekwencyjnego myślenia. Dla przykładu zagadnienia dotyczące twierdzeń o miejscach zerowych funkcji ciągłych można numerycznie ilustrować metodą Newtona, wyznaczanie minimum lokalnego – algorytmem Newtona Raphsona, obliczanie całek oznaczonych np. metodą iteracyjną Simpsona itd. W trakcie wykorzystywania technologii informacyjnej w dydaktyce matematyki należy uważać, aby znajomość instrukcji i biegłość w stosowaniu programów nie stały się celem edukacyjnym ważniejszym niż ugruntowana wiedza.

Internet w nauczaniu matematyki może być wykorzystywany na wiele różnych sposobów. Wykładowcom daje dostęp do doświadczeń i metod dydaktycznych wykorzystywanych przez innych. Taka możliwość „podglądania” różnych sposobów uczenia poszczególnych treści matematycznych pozwala wykładowcom na ulepszanie ich własnych metod oraz na korzystanie z dobrych pomysłów.

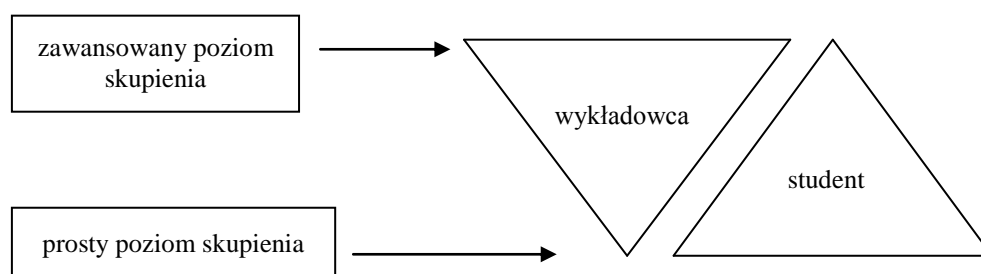
Wykorzystywanie w nauczaniu Internetu powoduje, że niektóre matematyczne tematy są bardziej dostępne. W badaniach i analizach matematycznych Internet jest źródłem olbrzymiego zbioru danych i informacji aktualizowanych w sposób ciągły. Zapewnia dostęp do platform informacyjnych i baz danych, które w połączeniu z różnymi narzędziami analizy danych i komputerowo generowanymi wykresami oraz tabelami umożliwiają wykładowcy prezentowanie, analizowanie i interpretowanie pojęć i twierdzeń matematycznych. Studentom zaś Internet umożliwia korzystanie z różnych oprogramowań wspomagających uczenie się matematyki, a tym samym może przyczyniać się do rozbudzania matematycznej ciekawości i potrzeby zgłębiania wiedzy.

W nauczaniu matematyki bezwzględnie należy stosować urozmaicone metody i środki dydaktyczne oparte na nowych technologiach informacyjnych i multimediami. Platformy edukacyjne powinny być również wykorzystywane do realizacji niektórych tematów w systemie zdalnego nauczania, a nie tylko jako źródło materiałów, list zadań czy testów i quizów. Szczególnie tematy, których celem jest opanowanie sprawności rachunkowych poprzez przyswajanie i utrwalanie pewnych schematów, a które nie wymagają wielu wyjaśnień i komentarzy, mogą być w sposób bardzo efektywny realizowane on-line. Do takich tematów można zaliczyć rachunek macierzy, metody obliczania całek oznaczonych i pól obszarów. Różnorodność metod i technik prezentacji oraz weryfikacji informacji stymuluje proces nauczania oraz ułatwia przyswajanie, zapamiętywanie i utrwalanie nabytej wiedzy. Stosowanie mieszanych form przekazu informacji (werbalnej, tekstowej, dźwiękowej, obrazowej) przyspiesza proces uczenia i zwiększa efektywność nauki.

Realizowanie wybranych zagadnień w systemie zdalnego nauczania ma dużo zalet, ponieważ studenci są odpowiedzialni za ich własną naukę i stają się bardziej samodzielni, a winą za niedostateczne opanowanie tematu nie mogą obarczać wykładowcy.

Używanie komputerów w nauczaniu matematyki nie może być ograniczone tylko do utrwalania schematów. Przede wszystkim powinno się pobudzać myślenie wyższego rzędu, a wysiłek kierować na zasięganie informacji, argumentację i zaangażowanie w złożonych problemach modelowanych językiem matematyki. Właściwie użyte technologie informacyjne powinny rozwijać myślenie matematyczne, a nie zastępować je. Natomiast częste stosowanie technologii do kształtowania prostych umiejętności może mieć skutek zupełnie odwrotny, zniechęcając studentów do aktywności.

Obserwacja koncentracji studentów podczas zajęć dydaktycznych z matematyki i pozostałych przedmiotów ilościowych potwierdza występowanie zasady „odwróconej piramidy”. Polega ona na tym, że wykładowca maksymalnie skupia się na ogólnym modelu, ogólnej zasadzie czy formule (myślenie zaawansowane), studenci natomiast koncentrują się na przekształceniach, operacjach rachunkowych czy sposobie stosowania instrukcji (myślenie proste). Na rysunku 1 pokazano schemat takich rozbieżności w koncentracji podczas zajęć z matematyki prowadzonych tradycyjnie czy też w pracowni komputerowej.



Rys. 1. Poziomy koncentracji na zajęciach z matematyki

Technologie informacyjne w naturalny sposób mogą wspomagać interdyscyplinarne uczenie poprzez kreowanie matematycznych problemów w kontekście zastosowań w ekonomii. Multimedialne możliwości dają dużą różnorodność środków i metod nauczania i uczenia się. Graficzne programy pomagają w wizualizacji różnych pojęć, trójwymiarowych obiektów i wykresów funkcji. Wykładowcy mogą ożywiać definicje i pojęcia, mogą prezentować różne własności i twierdzenia za pomocą ruchu. Wyjątkowo użyteczne są gotowe i darmowe ilustracje wykonane w programie Mathematica⁵, tym bardziej że instalacja tego licencjonowanego programu nie jest konieczna. W proponowanych ilustracjach za pomocą suwaka można zmieniać odpowiednie parametry i wprowadzać element ruchu do wykładanych treści. Również studenci mogą eksperymentować z graficznymi, dynamicznymi i interaktywnymi programami.

⁵ W darmowym programie GeoGebra również można znaleźć wiele gotowych ożywionych prezentacji pojęć matematycznych.

3. Wnioski końcowe

Przygotowywana nowelizacja ustawy o szkolnictwie wyższym w sposób istotny wpłynie na organizację procesu kształcenia. Przede wszystkim oceniane będą efekty kształcenia, które muszą być mierzalne, potwierdzone i udokumentowane. Krajowe i Obszarowe Ramy Kwalifikacji będą nowym wyzwaniem w kreowaniu procesu kształcenia w zakresie treści matematycznych na studiach ekonomicznych. Ze względu na umiejętności studentów i na wprowadzenie Krajowych Ram Kwalifikacji wykorzystywanie technologii informacyjnych w procesie kształcenia będzie nieuniknione.

Technologie informacyjne powinny być używane jako medium, które sprawia, że uczenie się matematyki staje się łatwiejsze. To ma być mechanizm charakteryzujący się łatwością dostępu w przetwarzaniu informacji, modelowaniu i prowadzeniu badań matematycznych. Jednak technologie nie mogą być postrzegane jako zbiór instrukcji i tak jak każde narzędzia mogą być użyte dobrze lub źle.

Matematyka jest niezbędnym i potrzebnym narzędziem do osiągnięcia sukcesu zarówno w studiowaniu kierunków ekonomicznych, jak i w przyszłej aktywności zawodowej, a technologie informacyjne w naturalny sposób wspomagają interdyscyplinarne uczenie poprzez kreowanie matematycznych problemów w kontekście zastosowań w ekonomii.

Dzięki stosowaniu technologii informacji wykładowcy powinni ożywiać proces dydaktyczny, a studenci sami powinni eksperymentować z graficznymi, dynamicznymi i interaktywnymi programami wspomagającymi uczenie się. Studentów należy uczyć dla ich przyszłości, a nie naszej przeszłości.

Literatura

- Krygowska Z. (1977). *Zarys dydaktyki matematyki*. Cz. 1, 2, 3. WSiP. Warszawa.
- Krygowska Z. (1986). *Elementy aktywności matematycznej, które powinny odgrywać znaczną rolę w matematyce dla wszystkich*. „Dydaktyka Matematyki”. Nr 6.
- Tooke D.J., Henderson N. (Eds.) (2001). *Using Information Technology in Mathematics Education*. The Haworth Press. USA.